

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Dětská čtyřkolka

Children's Quadricycle

Student:

Petr Balhar

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tadeáš Szlachta, Ph.D.

Ostrava: 22. 5. 2009



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dětská čtyřkolka

Children's Quadricycle

Student: Petr Balhar
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 2302R010-40 Konstrukce strojních dílů a skupin
Pracoviště: Katedra částí a mechanismů strojů – 347

Zásady pro zpracování:

1. Proved'te přehled možných řešení, výběr varianty, zdůvodnění a návrh.
2. Navrhněte dětskou čtyřkolku pro tyto parametry:
 - věk dítěte od čtyř do deseti let
 - maximální hmotnost dítěte 50 [kg]
 - uvažujte s jízdou po chodníku (silnici) s maximálním sklonem silnice 20 [°]
a po travnaté ploše.

Pokyny pro zpracování:

Rozsah práce: cca 30 stran textu mimo přílohy.

V příloze: výkresová dokumentace (sestava, vybraný výrobní výkres).

Seznam doporučené literatury:

- MORAVEC, V.: *Mechanické a hydraulické převody. Mechanické převody.* Skripta VŠB-TU Ostrava, 2000, ISBN 80-7078-807-0.
- DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I. Spojovací části strojů. Návrh. Výpočet. Konstrukce.* Montanex a.s. Ostrava, 2000, ISBN 80-7225-018-3.
- MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: *Výpočty a konstrukce strojních dílů.* Skripta VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0878-1.
- MORAVEC, V., PIŠTÁČEK, D.: *Pevnost a životnost dynamicky namáhaných strojních součástí.* Skripta VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-248-0980-X.
- KALÁB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: Části spojovací.* 1. vyd. VŠB-TU Ostrava, 2007. 91 s., Dotisk 1. vyd. 2008, ISBN 978-80-248-1290-8.
- LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky.* 3.doplňené vydání. Albra, 2006, ISBN 80-7361-033-7.
- KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: *Strojnická příručka.* Praha 1993-1998, 8 svazků, 1.vydání.
- Normy, firemní katalogy a prospekty.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tadeáš Szlachta, Ph.D.


Datum zadání bakalářské práce:

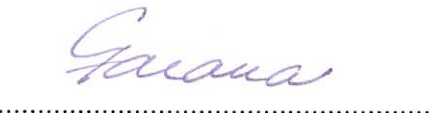
21. listopadu 2008

Akademický rok:

2008/2009




prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan

V Ostravě dne 21. listopadu 2008

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě :

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....
jméno a příjmení studenta

Adresa trvalého pobytu studenta:

Velké Dolinky 59/3, Kravaře, 747 21

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Balhar, P. Dětská čtyřkolka. Ostrava: Katedra částí a mechanismů strojů – 347, Fakulta strojní VŠB – Technická Univerzita Ostrava. 2009. 40s. Bakalářská práce, vedoucí: Szlachta, T.

Ve své bakalářské práci se budu zabývat přehledem možných řešení dětských čtyřkolek, jejich srovnáním a volbou varianty. Dále se zaměřím na somatografii dětského těla, bezpečnost a ergonomii. Cílem pak bude konstrukční návrh dětské šlapací čtyřkolky, kontrola řetězu, výpočet rámu a dynamika. Rozložení sil působících na rám bude velmi proměnlivé a z důvodu složité svařované konstrukce provedu kontrolní výpočet rámu pomocí metody konečných prvků. Dynamickými výpočty ověřím, zda nedojde při jízdě zatáčkou k převrácení nebo se čtyřkolka nepřeklopí při výjezdu do kopce. Dále ke své bakalářské práci doložím sestavný výkres čtyřkolky a dílenský výkres vybraného dílu.

ANNOTATION OF BACHELOR WORK

Balhar, P. Children's Quadricycle. Ostrava: Department of Machine parts and Mechanisms – 347, Faculty of Mechanical Engineering VSB – Technical University of Ostrava. 2009. 40p. Bachelor work, leader: Szlachta, T.

This bachelor thesis deals with children's quadricycles and the summary of various types of their construction, it compares the types of quadricycle's construction and selects a suitable option. Furthermore I focus on somatography of children's body and the safety and ergonomics of quadricycles. The purpose is the construction drawing of children's pedal quadricycle, the check of chain, calculation of frame and dynamic. The immediate action of the force on the frame will be very variable. I will carry out check calculation of the frame by means of Finite Element Method because of intricate welded construction. I will verify by means of dynamic calculation if the children's quadricycle doesn't turn over when a child rides to a turning, or doesn't turn over when a child rides up the hill. I enclose the general construction drawing of the quadricycle and the working drawing of a selected part.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ	8
1 ÚVOD	9
1.1 Cíle bakalářské práce	9
1.2 Historie a vývoj čtyřkolek	9
1.3 Shrnutí typů a rozdíly	14
1.4 Volba varianty	15
2 ERGONOMIE A SOMATOGRAFICKÉ ROZMĚRY	16
2.1 Somatografické rozměry dětí	16
2.2 Ergonomický návrh	19
3 BEZPEČNOST	21
3.1 Základní druhy nebezpečí	21
4 KONSTRUKČNÍ NÁVRH	23
4.1 Základní rozměry čtyřkolky	23
5 VÝPOČET NAMÁHANÝCH SOUČÁSTÍ A DYNAMICKÁ KONTROLA	25
5.1 Kontrola řetězu a výpočet působících sil	25
5.2 Výpočet rámu	29
5.3 Dynamická kontrola	31
5.3.1 Kontrola na převrácení v zatáčce	32
5.3.2 Kontrola na překlopení při jízdě do kopce	34
6 ZÁVĚR	37
7 POUŽITÁ LITERATURA	38
8 SEZNAM PŘÍLOH	40

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ

a	Zrychlení	[m/s ²]
b ₂	Šířka válečků řetězu	[mm]
d	Průměr	[mm]
g	Gravitační zrychlení	[m/s ²]
i	Převodový poměr	[-]
k	Součinitel bezpečnosti	[-]
m	Hmotnost	[kg]
t	Rozteč	[mm]
v	Rychlost	[m/s]
z	Počet zubů	[-]
A	Vzdálenost	[mm]
B	Vzdálenost	[mm]
C	Vzdálenost	[mm]
D	Průměr, vzdálenost	[mm]
Da	Dallambertova síla	[N]
E	Vzdálenost	[mm]
F	Síla, vzdálenost, úhel	[N], [mm], [°]
G	Tíhová síla dítěte v sedle	[N]
H	Výška, vzdálenost, úhel	[mm], [°]
I	Vzdálenost	[mm]
L	Délka	[mm]
M _k	Krouticí moment	[Nmm]
N	Reakční síla	[N]
P	Tíhová síla dítěte stojícího na rámu	[N]
R	Klopný bod, poloměr	[-], [mm]
Re	Mez kluzu materiálu v tahu	[MPa]
S	Vzdálenost tří základních poloh sedadla od středu šlapadel	[mm]
T	Těžiště	[-]
V	Vzdálenost, síla	[mm], [N]
σ	Normální napětí	[MPa]
ε	Poměrná deformace	[mm]

1 ÚVOD

V této bakalářské práci se vynasnažím co nejlépe navrhnout konstrukční řešení dětské čtyřkolky tak, aby splňovalo veškeré důležité náležitosti související s ergonomií, antropologickými rozměry v souladu s normou ČSN 94 3010. Dále se budu zabývat pevnostní kontrolou řetězu, výpočtem rámu pomocí metody konečných prvků a dynamikou. Spousta prvků použitých při návrhu šlapací čtyřkolky bude použita z běžně dostupných cyklistických dílů (např. řetězová kola, středová osa, uložení středové osy, kliky, pedály, uložení řízení atd.).

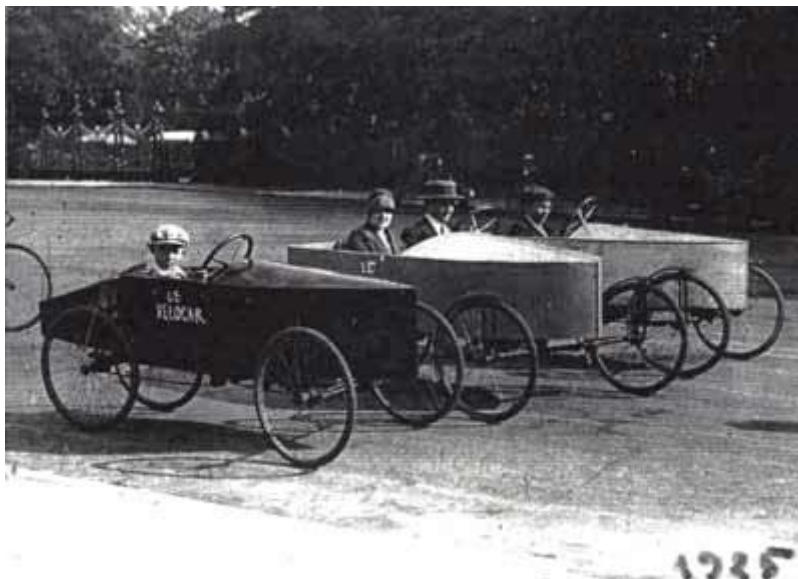
1.1 Cíle bakalářské práce

Cílem mé bakalářské práce bude navrhnout konstrukční řešení zvolené varianty čtyřkolky. Čtyřkolku budu navrhovat pro zatížení 50 kilogramů, při výpočtu však tuto hodnotu navýším, aby byla zaručena dostatečná bezpečnost nosných prvků. Dále provedu měření dětí a srovnání jejich rozměrů v letech od čtyř do deseti let. Z výsledků naměřených rozměrů zjistím rozměry vhodné pro konstrukční návrh a pohodlné ovládání čtyřkolky. Do práce také zahrnu bezpečnost, kterou tato čtyřkolka musí splňovat, neboť ji budou užívat ti nejmenší z nás. V další fázi přejdu k samotnému konstrukčnímu návrhu šlapací čtyřkolky a výpočtu důležitých částí.

1.2 Historie a vývoj čtyřkolek

Kdy a kde se poprvé objevily první dětské čtyřkolky? Cituji: „první dětská čtyřkolka byla vymyšlena před 1. světovou válkou francouzským konstruktérem Charlesem Mochetem, který stavěl malá a velice lehká auta. Jeho žena si myslela, že obyčejné kolo by bylo pro jejich syna George příliš nebezpečné a proto mu Charles postavil čtyřkolé vozítko poháněné pedály (obr. 1.1). Čtyřkolka opravdu snížila nebezpečí pádu. Nikdo však netušil, kam až to povede. Čtyřkolka byla velmi rychlá. Malý George byl se svým vozítkem poháněným lidskou silou nesmírně spokojen, když za sebou snadno ztrácel ostatní děti na kolech. Toto brzy vedlo k poptávce na tato vozítka a Charles Mochet se rozhodl skončit s výrobou automobilů a začal se věnovat konstrukci vozidel poháněných lidskou silou. Postavil dvojsedadlové čtyřkolé auto na šlapací pohon pro dospělé a nazval ho "Velocar". Velocar měl pohodlné sedačky, prostor na zavazadla jako auto a šlapací pohon jako kolo. Technické vybavení zahrnovalo diferenciál,

tři rychlosti a lehký kryt z materiálu Triplex, který se používal na letecká skla. Špatná ekonomika po první světové válce přispěla ve Francii k jejich prodeji. Koupit si "opravdové" auto byl nedosažitelný sen mnoha Francouzů, ale Mochetův Velocar byl dostupný. Charles Mochet tedy mohl prodávat svoje vozidla. Velocary se velice brzy ujaly a až do třicátých let jejich prodej plynule stoupal.



Obr. 1.1 [11]

V praxi byly Velocary velmi rychlé. Občas se dokonce používaly jako vodiče na cyklistických závodech. Při vyšších rychlostech, kterých snadno dosahovaly, však byly nebezpečné v zatáčkách. Každá zatáčka znamenala přibrzdit a potom se znovu rozjet. Člověk musel tvrdě šlapat, aby si udržel rychlost na cestě plné zatáček. Charles Mochet experimentoval s vozidlem na třech kolech, ale tendence překloupit se v zatáčkách byla dokonce větší, než na čtyřkolkách.“ [10] V dnešní době můžeme potkat spoustu typů dětských šlapadel, jak s kovovým rámem, tak vyrobených z plastu. (obr. 1.2)



Obr. 1.2 Moderní šlapací čtyřkolka firmy Kettler [12]

První čtyřkolka s motorovým pohonem (obr. 1.3) se objevila na přelomu šedesátých a sedmdesátých let. Cituji: „kdy Honda přišla s terénní tříkolkou o obsahu 70 ccm, ale již při



Obr. 1.3 První motorová tříkolka od Hondy [13]

prvních testech se motor ukázal jako slabý a byl nahrazen silnějším s obsahem 89 ccm, který disponoval 7 koňmi. Tříkolka se velmi rychle stala víkendovou zábavou především v USA a to i díky své ceně 595 dolarů. Pozdější propracované verze se používaly v zemědělských a průmyslových odvětvích, kde narůstala jejich obliba a tak se začaly psát nové stránky motorismu s názvem ATC- All Terrain Cycles. S těmito tříkolkami si Honda vystačila celých

deset let a pro laxnost konkurence Honda nepřicházela s novými modely a když, tak byl vylepšen jen motor. Teprve začátkem 80-tých let se přidali známí výrobci motocyklů a tříkolky zažily obrovský rozmach. Montovaly se stále lepší, silnější a výkonnější motory a to byl vlastně začátek jejich konce. Tříkolky se staly totiž velice nezvladatelné, vratké a dost nebezpečné a na japonské továrny začaly přicházet hromadné žaloby a tříkolky šly ke dnu. To se nelíbilo konstruktérům u Suzuki, tak přidali tříkolce k přednímu kolu ještě jedno a vymysleli čtyřkolku. Zatím však velmi jednoduché koncepce bez tlumičů a s náhonem pouze zadních kol. V polovině 80-tých let přišel na trh americký Polaris, se svým přestavěným sněžným skútem. Ve stejné době spatřila světlo světa čtyřkolka s náhonem všech 4 kol od Hondy a tím došlo k rozdělení čtyřkolek na sportovní QUAD a užitkové ATV.“ [9]

Vývojem dospěly tyto dva typy čtyřkolek do současných podob:

a) Sportovní čtyřkolky QUAD



Obr. 1.4 Motorová čtyřkolka značky Arctic cat [14]

Quady (obr. 1.4) jsou čtyřkolky pro milovníky zábavy, využívající náhon zadních kol, široké nápravy a nízko položené těžiště pro dokonalou stabilitu. Tyto čtyřkolky je možné použít pro jízdu těžkým terénem, pro závodní účely, ale také pro jízdu po obyčejné silnici.

Díky chybějícímu diferenciálu není problém projíždět zatáčky smykem. Quady můžeme dále rozdělit podle převodovky na manuální se spojkou nebo automatické s variátorem.

b) Pracovní čtyřkolky ATV

Pracovní čtyřkolky (Obr. 1.5) jsou obrovským pomocníkem v těžko dostupném terénu, mají obvykle náhon všech kol nebo pohon pouze zadních přes kardan. Příslušenství pro tyto stroje je také velmi rozsáhlé, mohou používat radlice, taht sekačky, frézy apod. Pro lepší prostupnost terénem jsou vyšší a obvykle vybavené nosičem vpředu i vzadu. Také jsou mohutně oplastovány. V dnešní době jsou již tak daleko, že nahrazují koně při tahání dřeva, využívají je hasiči a také vojáci při svých misích. Dokonce je možné se s nimi setkat u některých myslivců.



Obr. 1.5 Dětská verze pracovní čtyřkolky firmy Hytrack [15]

Jako poslední typ čtyřkolek, jež se velice dobře ujal na trhu byl zkonstruován přibližně v osmdesátých letech. Tyto čtyřkolky jsou poháněny elektrickým článkem. Elektrické čtyřkolky (obr. 1.6) nejvíce využívají děti, neboť jejich výkon není příliš velký a pro dospělé osoby je nedostačující. Je zde nutnost nabíjení baterie. Elektrické čtyřkolky také velice výrazně pocítují i drobnější stoupání. Obvykle výrobce udává maximální úhel stoupání okolo 5-ti stupňů.



Obr. 1.6 Elektrická čtyřkolka Racer [16]

1.3 Shrnutí typů a rozdílů

V dnešní době se na trhu pohybuje obrovské množství dětských čtyřkolek. Člověk si může vybírat jak podle vzhledu, tak podle druhu pohonu. Hlavním faktorem při koupi dětské čtyřkolky bude pro mnohé z nás cena. Každý rozumný člověk by si představoval čtyřkolku, která bude levná a bude splňovat ty nejvyšší kritéria. Většina dětských čtyřkolek je odvozena podle typů, které již byly zmíněny v historii. Hlavním rozdílem je velikost a síla motoru. Pokud se jedná o motorové čtyřkolky, jejich obsah se pohybuje okolo 100 ccm, což poskytuje výkon okolo 6-ti koní. Elektrické čtyřkolky se vyrábí hlavně v dětském provedení. Šlapací čtyřkolky se během posledních let dostaly spíše do úpadku, protože jsou na stejné cenové úrovni jako elektrické, proto se většina rodičů rozhodne spíše pro pohodlnější elektrickou verzi. Motorové čtyřkolky se pohybují ve vyšší cenové relaci a také jejich údržba není bez nákladů.

Čtyřkolky lze rozdělit podle pohonu:

a) šlapací čtyřkolky

- s kovovým rámem
- plastové

b) motorové čtyřkolky

- sportovní ATV
- užitkové QUAD

c) elektrické čtyřkolky

1.4 Volba varianty

Zvolil jsem si pro návrh šlapací čtyřkolku, neboť jsem sám jednu kdysi měl a líbí se mi na této variantě, že dítě musí vyvinout daleko větší námahu než jen mačkat knoflík nebo otáčet rukojetí, aby se mohlo na čtyřkolce pohybovat. Tím hlavně přispívá ke svému fyzickému rozvoji.

a) Výhody:

- nízká cena,
- posilování fyzické zdatnosti a zručnosti dítěte,
- snadná údržba,
- obrovská škála rozměrů, typů a tvarů,
- jednoduchost ovládání,
- nízká hmotnost.

b) Nevýhody:

- občasná údržba,
- přímý převod řetězu bez volnoběhu,
- zastavení pouze pomocí pedálů.

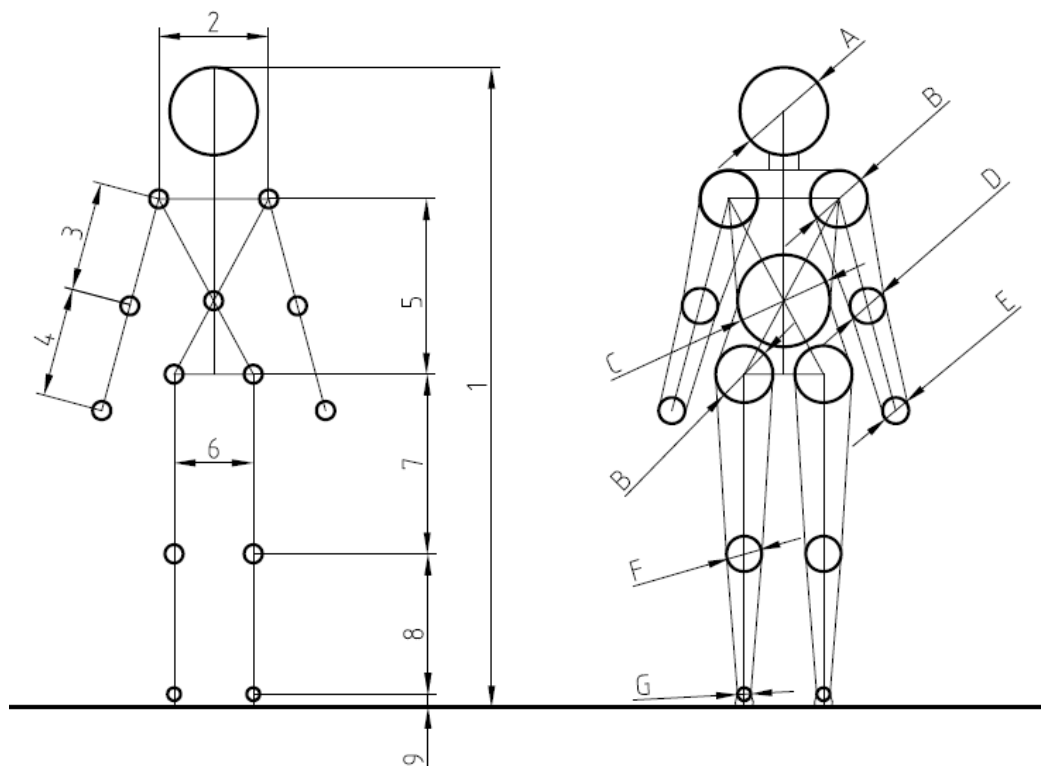
2 ERGONOMIE A SOMATOGRAFICKÉ ROZMĚRY

Co je to ergonomie? Ergonomie je věda o práci, zabývající se psychofyzickými možnostmi člověka. Jejím cílem je humanizace práce, které se dosahuje uspořádáním soustavy člověk-stroj tak, aby způsobovala co nejnižší biologickou zátěž pro člověka. Dále se snaží, aby byla práce co nejefektivněji využita a nedocházelo při ní k tvorbě různých nemocí z povolání. Tento vědní obor souvisí se spoustou ostatních oborů jako antropometrie, psychologie práce, fyziologie práce, hygiena a mnoho dalších. [6]

Pro návrh dětské čtyřkolky je potřeba znát somatografické rozměry, to jsou délky hlavních nosných kostí dítěte, vzdálenosti a průměry kloubů dětského těla, pro které se má tato hračka navrhnout. Rozměry dítěte však nejsou vše. S rozměry dítěte souvisí také jeho váha a silové výkony. Zjistit tyto rozměry, hmotnosti a síly není příliš jednoduché, neboť většina firem, které se zabývají výrobou dětských hraček se nechce dělit o svá data.

2.1 Somatografické rozměry dětí

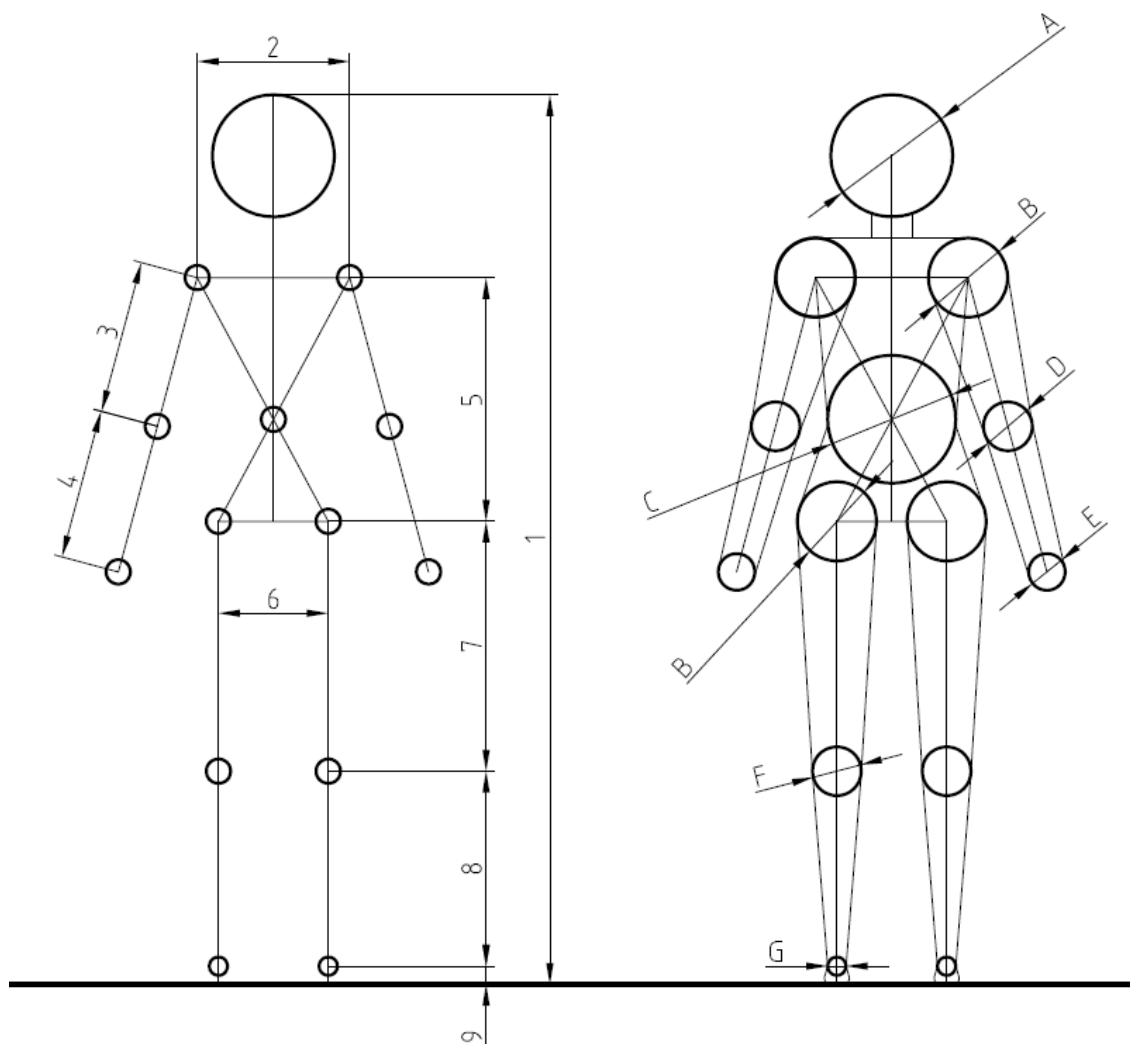
Pro zjištění rozměrů dětí jsem provedl měření a porovnal jeho výsledky s tabulkovými hodnotami získanými z celorepublikového průzkumu zobrazeném v příloze 1 a 2. Somatografické měření jsem provedl na desetiletém chlapci a čtyřleté dívce, jejichž výškové rozměry se shodují s průměrnými hodnotami dětí v jejich věkové kategorii a to zejména z těchto důvodů, abych zjistil přibližné délky kostí, průměry kloubů a jejich vzdálenosti. Pro určení polohy sedadla nejbližší volantu jsem použil střední rozměry dětí ve věku čtyř let a pro polohu sedadla nejdále od volantu střední rozměry dětí ve věku deseti let. Výsledky jsem zpracoval (tab. 2.1 a tab. 2.2) a znázornil v obr. 2.1 a obr. 2.2.



Obr. 2.1 Dítě ve věku 4 let (průměry značeny velkým písmenem)

Tab. 2.1 Rozměry dítěte ve věku 4 let (dle obr. 2.1)

Rozměr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G
[mm]	1050	180	180	180	288	130	295	230	22	144	94	151	58	43	50	22



Obr. 2.2 Dítě ve věku 10 let (průměry značeny velkým písmenem)

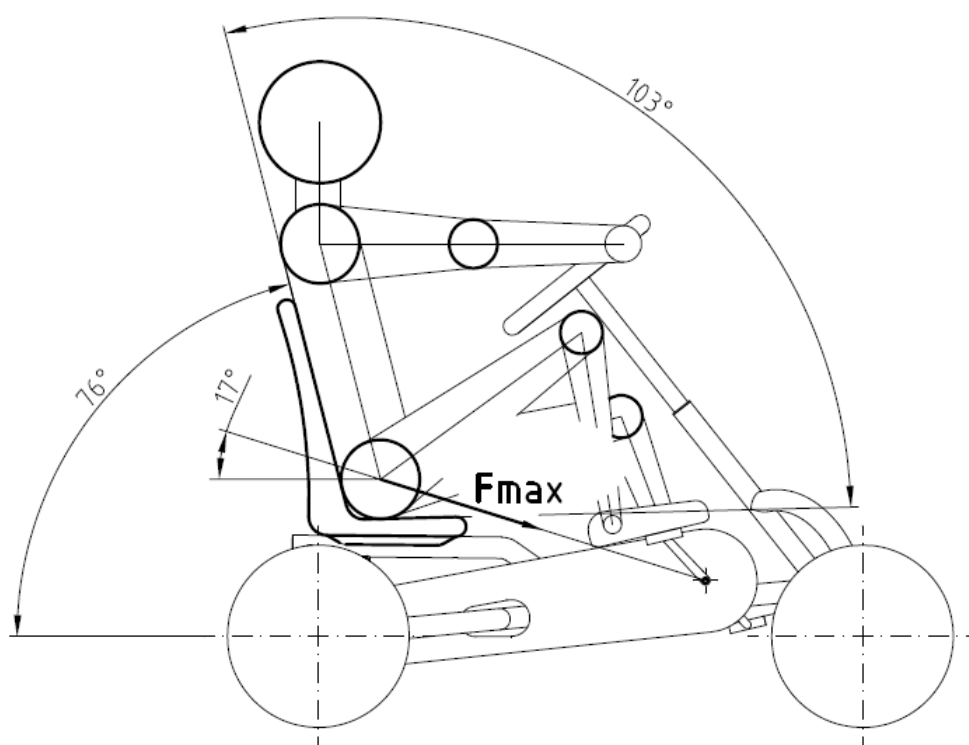
Tab. 2.2 Rozměry dítěte ve věku 10 let (dle obr. 2.2)

Rozměr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G
[mm]	1460	250	253	247	400	180	410	320	30	200	130	210	80	60	80	30

Rozměry jsem zobrazil pro obě věkové kategorie, aby byl patrný rozdíl. Obě tyto figurky později umístím do návrhu čtyřkolky (obr. 2.4), aby byla zjevná poloha dítěte v sedadle čtyřkolky.

2.2 Ergonomický návrh

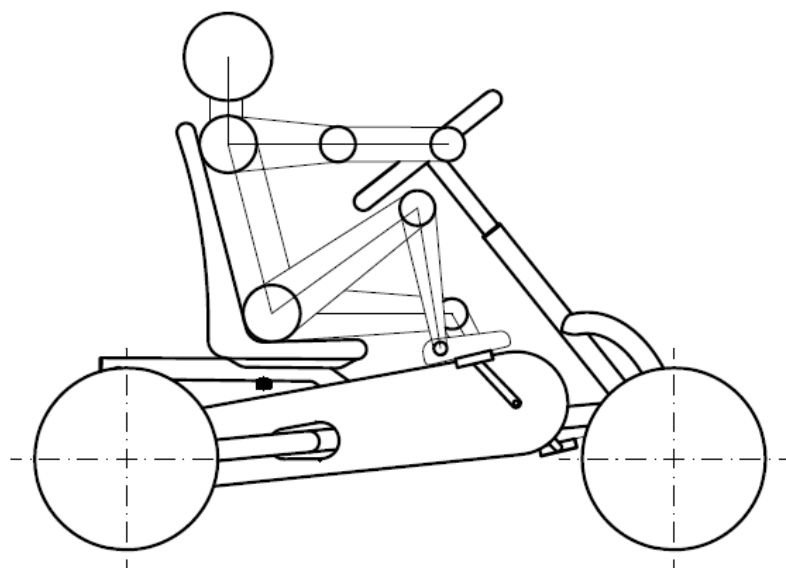
Pro pohodlí dítěte jsem do této práce zahrnul informace, jež jsem získal studiem odborné literatury o ergonomii [6]. Dítě, které bude používat čtyřkolku, se musí cítit na jejím sedadle pohodlně a musí být schopno předat svou maximální sílu do pedálů, aniž by ho při tom cokoliv omezovalo. Při návrhu sedadla jsem došel k závěru, že uhel mezi opěradlem a sedákem vhodný pro pohodlné opření zad a posed je 103 stupňů. Přitom sklon sedáku je pouhý 1 stupeň. Člověk je schopný vydat největší sílu v sedě, pod úhlem 10 až 20 stupňů (obr. 2.3).



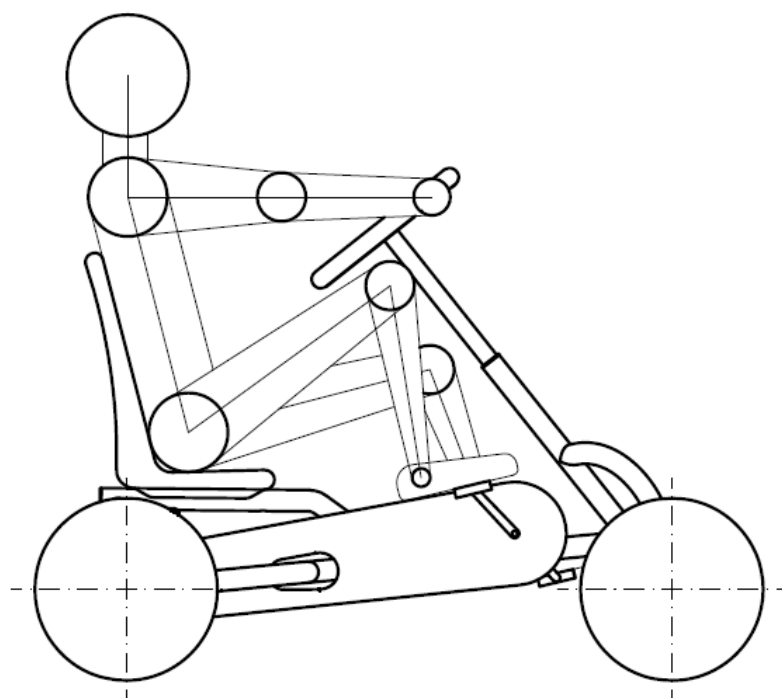
Obr. 2.3 Obráz síly při nejvzdálenější poloze sedadla

Z důvodu obrovského rozdílu velikosti dětí od čtyř do deseti let jsem musel přizpůsobit výšku volantu. Pro nejmenší děti je volant zasunut do nejnižší polohy a pro větší děti je možno volant vysunout maximálně o 120 mm (obr. 2.4). Posuv sedadla je zajištěn šroubem, který se při potřebě posunout sedadlo uvolní, vytáhne ven a přesune do díry v jiném místě. Navrhl jsem tři základní polohy, mezi kterými je vzdálenost 75 mm. Tato vzdálenost se kompenzuje právě vysunutím volantu.

a)



b)



Obr. 2.4 Porovnání velikostí dětí a ergonomie čtyřkolky - a) čtyřleté dítě; b) desetileté dítě

3 BEZPEČNOST

Bezpečnost, je slovo obrovského významu obzvlášť pokud se jedná o věci nebo hračky pro děti. Proto mým cílem je navrhnout čtyřkolku bezpečnou, abych předcházel zbytečným poraněním, které mohou vzniknout manipulací, usedáním do sedadla nebo také nedodržením bezpečnostních předpisů. Cituji: „Děti nejsou malí dospělí. Rysy vlastní dětem, včetně jejich vývojového stupně, spolu s jejich nedostatečnou schopností odhadnout nebezpečí, je staví před riziko zranění odlišnými způsoby než u dospělých. Vývojový stupeň zahrnuje velikost a fyziologii dětí, psychické a poznávací schopnosti, emocionální vývoj a chování. Tyto rysy se rychle mění, protože se děti vyvíjejí. Rodiče a opatrovníci tudíž často přecenění nebo podcení schopnosti dětí v různých vývojových stupních, například schopnost odhadnout nebezpečí. Tato situace je dána faktem, že se dítě pohybuje ve světě dospělých. Všechny charakteristické rysy chování dětí, které jsou popsány níže, se musí při určování možných nebezpečí, která jsou s výrobky spojena, vzít v úvahu. Nemělo by se zapomenout na možnost působení několika těchto rysů najednou, což ještě zvyšuje riziko zranění dítěte.“ [4] Bezpečnost čtyřkolky bude také dokázána dynamickými výpočty.

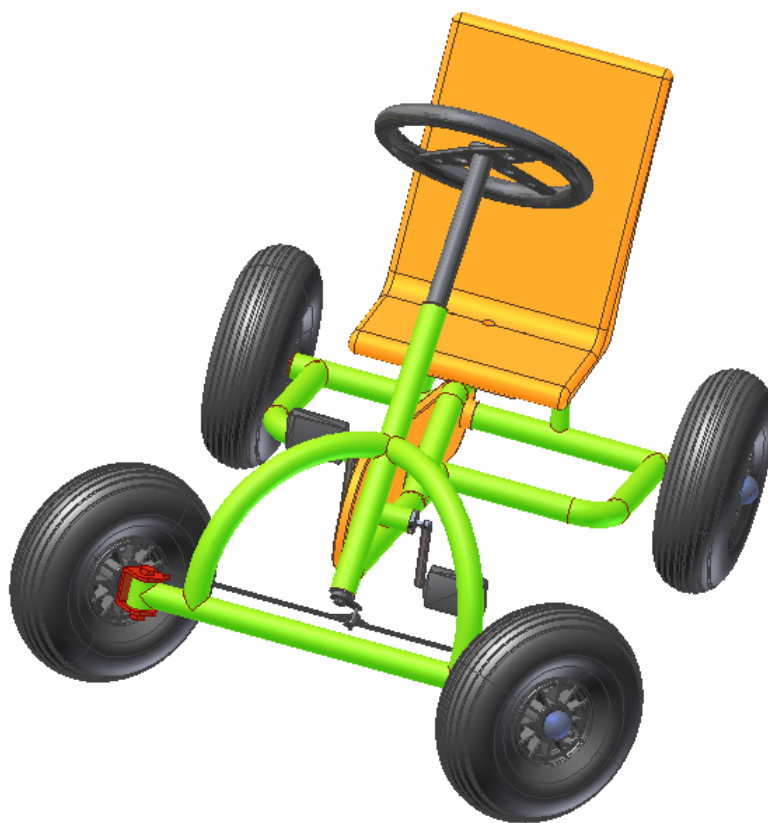
3.1 Základní druhy nebezpečí

Je třeba shrnout, k jakým ohrožením dítěte může dojít při užívání dětské čtyřkolky dle [4]:

- a) nebezpečí mezer a otvorů,**
- b) nebezpečí výčnělků,**
- c) nebezpečí nedostatečné stability,**
- d) nebezpečí pohybujících se a rotujících předmětů,**
- e) nebezpečí nedostatečné konstrukční pevnosti.**

Nebezpečným se také může stát chemické složení použitých materiálů, to platí nejen pro dětské hračky, ale i pro věci používané dospělými lidmi. Občas je také důležité upozornit děti na to, že když nechají hračky na slunci, dojde k jejich ohřátí a hrozí jim popálení. Jednou z nejdůležitějších ochran dětí je užívání ochranných prostředků, jako jsou přilby, chrániče a pevná obuv.

Při návrhu čtyřkolky jsem se držel všech dostupných informací, které jsem získal studiem bezpečnosti (obr. 3.1). Mou snahou bylo vyhnout se rizikovým tvarům, které by mohly způsobit zachycení dítěte. Veškeré části, s nimiž bude dítě v kontaktu jsem zaobhlil minimálním poloměrem 3 mm, dle [5]. Také jsem se snažil zamezit přímému kontaktu dítěte s rotujícími částmi, proto je řetězový převod kompletně zakrytován. Rychlost čtyřkolky se odvíjí podle otáček na středové ose. Při dosažení 2 ot/s nedosáhne čtyřkolka rychlosti více než 13 km/hod. Průměrná rychlost šlapání je okolo 1 ot/s. Čtyřkolku jsem kontroloval na stabilitu při jízdě do kopce a při rychlosti 15 km/hod v zatáčce. Rám jsem dimenzoval na přetížení osoby, která bude čtyřkolku ovládat a také osoby, která se případně postaví na rám za sedadlo. Veškeré dynamické výpočty jsou uvedeny v další kapitole.

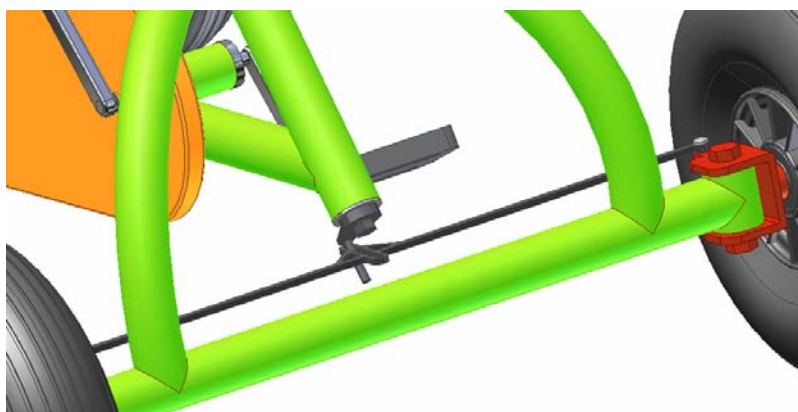


Obr. 3.1 Návrh dětské čtyřkolky

4 KONSTRUKČNÍ NÁVRH

Návrh čtyřkolky jsem musel přizpůsobit informacím z předcházejících kapitol (obr. 4.2). Hlavní nosnou konstrukci tvoří svařovaný trubkový rám, na němž je umístěno stavitelné laminátové sedadlo. Pohon je zajištěn lidskou silou, která se přenese na zadní poloosy pomocí řetězového převodu a dále pak na zadní kola, která jsou napevno spojena s poloosami. Celá řetězová sada včetně středové osy, klik i šlapadel je navržena z cyklistických dílů firmy Shimano. Zadní poloosy jsou uloženy v krytých kuličkových ložiskách. Pomocí dvou příčných kolíků je přenášen krouticí moment z pastorku na poloosy, z poloos pak přes pera na zadní kola.

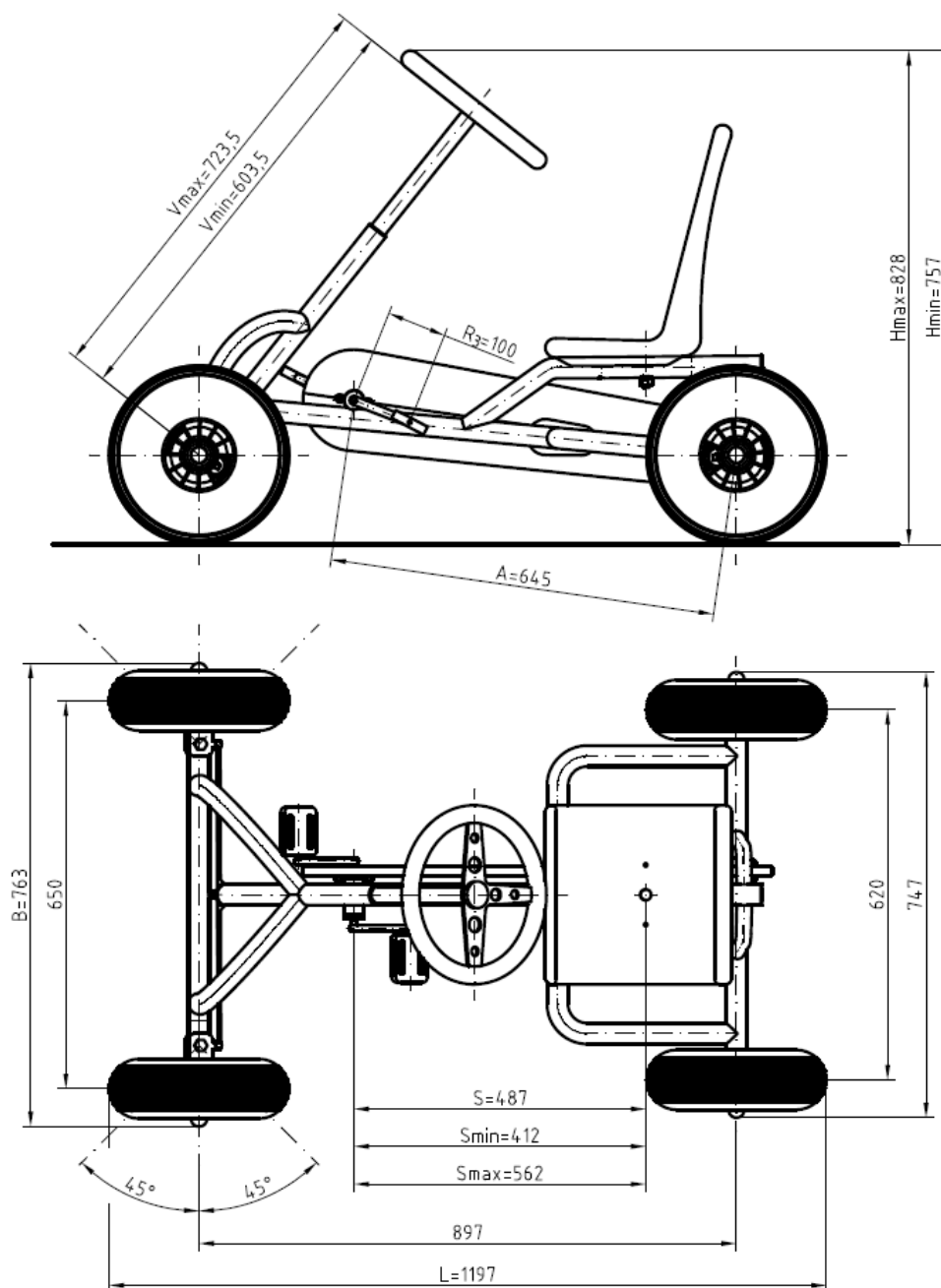
Řízení je řešeno velice jednoduchým způsobem. Při otočení volantů se řídicí čep natočí v drážce a tím dojde k jejímu pohybu. Drážka je umístěna v tyči řízení, která je spojena přímo s rameny předních kol. Tímto je zajištěno natočení kol (obr. 4.1). Tyč řízení je uložena obdobně jako řídítka na jízdním kole, a to v axiálních kuličkových ložiskách z obou stran, které jsou dotaženy maticí. Přední náboje se také otáčejí v axiálních kuličkových ložiskách, ty jsou zalisovány do rámu.



Obr. 4.1 Detailní zobrazení řízení

4.1 Základní rozměry čtyřkolky

Zobrazení základních rozměrů je velmi důležité pro další kontrolní výpočty, proto jsem zde zařadil obr. 4.2, ze kterého je možno vidět také nastavitelnost poloh.



Obr. 4.2 Základní rozměry čtyřkolky

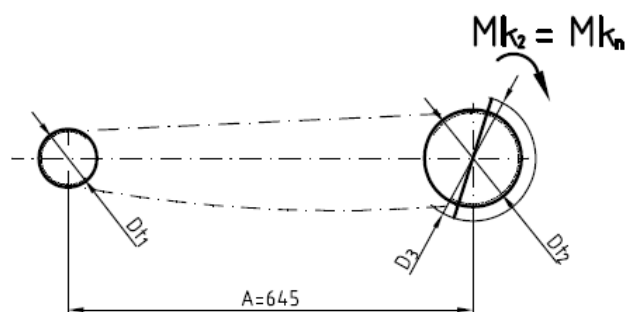
Popis obr. 4.2:

- B - Maximální šířka,
- L - Maximální délka,
- H - Výška čtyřkolky podle nastavení volantu,
- S - Rozměr určující tři základní polohy sedadla od středu šlapadel,
- V - Rozměr určující vysunutí volantu.

5 VÝPOČET NAMÁHANÝCH SOUČÁSTÍ A DYNAMICKÁ KONTROLA

V této kapitole bude mým hlavním úkolem řešit zjednodušenou kontrolu řetězového převodu, výpočet rámu a kontrolu čtyřkolky v rámci dynamiky. V dynamické kontrole se zaměřím na bezpečnost proti převrácení v zatáčce, dále zda nedojde k překlopení při jízdě do 20 stupňového stoupání a jakou by muselo dítě vyvinout sílu, aby došlo k překlopení čtyřkolky.

5.1 Kontrola řetězu a výpočet působících sil



Obr. 5.1 Schéma řetězového převodu (viz. tab. 5.2)

Jako pohon čtyřkolky jsem volil řetěz, neboť je to stále nejvýhodnější převod díky své ceně a snadné údržbě [2]. Také u něj nedochází k prokluzu jako u řemenů a výroba řetězových kol nevyžaduje takovou přesnost jako výroba řemenic. V dnešní době je daleko výhodnější použít tyto díly jako běžně dostupné cyklistické doplňky, díky obrovské možnosti výběru typů na trhu. U těchto šlapacích čtyřkolek se také často používají přehazovačky, volil jsem však variantu přímého převodu mezi dvěma koly (obr. 5.1). Pro věkovou kategorii čtyři až deset let jsem použil převod do rychla, kdy má velké řetězové kolo $z_2 = 36$ zubů a malé $z_1 = 21$ zubů, jako u dětských kol. Dále provedu zjednodušenou kontrolu řetězu na přetržení dle [3].

Pro zjištění velikosti síly, kterou je dítě schopno vyvinout nohou, jsem provedl měření. U průměrných deseti dětí jsem naměřil hodnoty zapsané v tab. 5.1. Sílu jsem zjistil principem, kdy se dítě pevně opřelo zády o stěnu a zatlačilo nohama na váhu. Odečetl jsem hodnoty hmotností a dle vztahu 5.1 dopočítal síly, kterými je schopno dítě působit na pedály čtyřkolky.

Tab. 5.1 Síla dětí ve věku deseti let

Měření [-]	Hmotnost m [kg]	Síla Fm [N]
1	25,6	251,1
2	24,7	242,3
3	29,2	286,5
4	26,3	258,0
5	26,7	262,0
6	24,5	240,4
7	27,2	266,8
8	25,1	246,2
9	28,2	276,6
10	25,8	253,1

$$Fm = m \cdot g = 25,6 \cdot 9,81 = \underline{\underline{251,1[N]}} \quad (5.1)$$

Výsledkem tohoto mého měření bylo zjištění průměrné hodnoty síly od noh dítěte do pedálů čtyřkolky ve vztahu 5.2. Tuto sílu budu dále uvažovat pro výpočet řetězu. Z důvodu zanedbání dynamických rázu budu volit vyšší bezpečnost při kontrole řetězu na přetržení.

$$Fn_1 = Fn_2 = \frac{\sum Fm}{10} = \frac{2583}{10} = 258,3 \doteq \underline{\underline{260[N]}} \quad (5.2)$$

$Fn_{1,2}$ - Síla v nohách dítěte, přenesená na kliky pedálů a do sedadla [N]

Výpočet řetězu:

Volím řetěz 081 B-1 ČSN 02 3311.2 [1], s parametry:

- rozteč $t = 12,7[mm]$,
- síla při přetržení $F_{PT} = 8[kN]$,
- hmotnost 1 m $m_i = 0,4[kg]$,
- průměr čepu řetězu $d_2 = 3,66[mm]$,
- šířka válečku řetězu $b_2 = 5,8[mm]$.

Skutečný převodový poměr

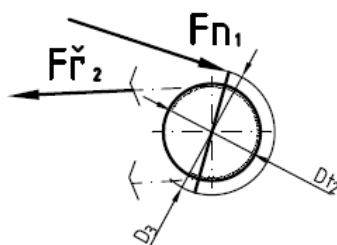
$$i_{sk} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{36}{21} = \underline{\underline{1,71[-]}} \quad (5.3)$$

Střední průměr malého řetězového kola

$$Dt_1 = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z_1}\right)} = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180}{21}\right)} = \underline{\underline{85,21[mm]}} \quad (5.4)$$

Střední průměr velkého řetězového kola

$$Dt_2 = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z_2}\right)} = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180}{36}\right)} = \underline{\underline{145,71[mm]}} \quad (5.5)$$



$F_{ř1,2}$ - Síla v řetězu [N]

Obr. 5.2 Schéma pro kontrolu řetězu na přetržení (viz. tab. 5.2)

Výpočet síly v řetězu z momentové rovnováhy na klíci (Mk_n) a řetězovém kole (Mk_2)

$$\begin{aligned} Mk_n &= Mk_2 \\ F_{n1} \cdot \frac{D_3}{2} &= F_{ř2} \cdot \frac{Dt_2}{2} \\ \Rightarrow F_{ř2} &= \frac{F_{n1} \cdot D_3}{Dt_2} = \frac{260 \cdot 200}{145,71} = 356,87 \doteq \underline{\underline{357[N]}} \end{aligned} \quad (5.6)$$

Při kontrole řetězu na přetržení budu uvažovat pouze sílu $F_{ř2} = 357$ N. Z důvodu malých rychlostí a rozměrů si mohu dovolit zanedbat odstředivou sílu a sílu od hmotnosti řetězu (obr. 5.2). Pak se celková síla $F_c = F_{ř2}$. Činitel rázu $Y = 1,5$ jsem volil dle [3].

Statická bezpečnost:

$$k_s = \frac{F_{PT}}{F_c} \geq 8 \quad (5.7)$$

$$k_s = \frac{F_{PT}}{F_c} = \frac{8000}{357} = \underline{\underline{22,4 \geq 8[-]}} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Dynamická bezpečnost:

$$k_D = \frac{F_{pt}}{F_c \cdot Y} \geq 6 \quad (5.8)$$

$$k_D = \frac{F_{pt}}{F_c \cdot Y} = \frac{8000}{357 \cdot 1,5} = \underline{\underline{14,93 \geq 6[-]}} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Řetěz bezpečně odolá zatížení, kterému bude vystaven.

Stanovení počtu článků a délky řetězu:

Počet článků

$$X' = 2 \cdot \frac{A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{A}$$

$$X' = 2 \cdot \frac{645}{12,7} + \frac{21 + 36}{2} + \left(\frac{36 - 21}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{12,7}{645} \quad (5.9)$$

$$X' = 130,186 \Rightarrow \text{volím } X = \underline{\underline{131[-]}}$$

Délka řetězu

$$L = X \cdot t$$

$$L = 131 \cdot 12,7 \quad (5.10)$$

$$L = \underline{\underline{1663,7[mm]}}$$

Součinitel F [-] stanoven podle [3]

$$\frac{X - z_1}{z_2 - z_1} = \frac{131 - 21}{36 - 21} = 7,333 \Rightarrow F = \underline{\underline{[0,8107]}} \quad (5.11)$$

Skutečná osová vzdálenost

$$A_{SK} = \frac{t}{8} \cdot \left[2 \cdot X - z_1 - z_2 + \sqrt{(2 \cdot X - z_1 - z_2)^2 - F \cdot (z_2 - z_1)^2} \right]$$

$$A_{SK} = \frac{12,7}{8} \cdot \left[2 \cdot 131 - 21 - 36 + \sqrt{(2 \cdot 131 - 21 - 36)^2 - 0,8107 \cdot (36 - 21)^2} \right] \quad (5.12)$$

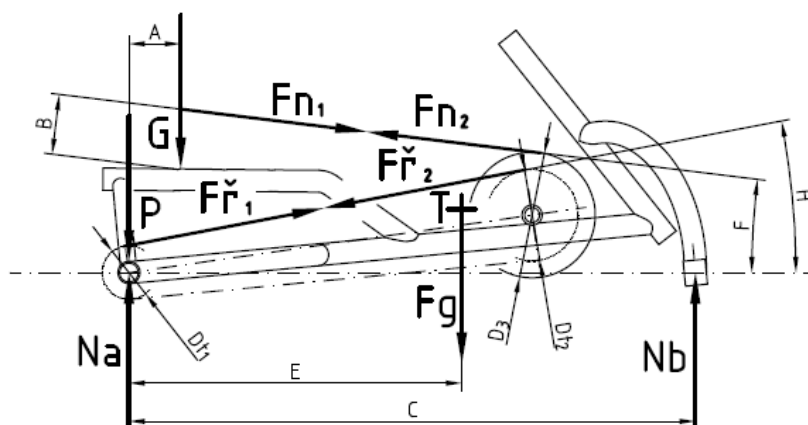
$$A_{SK} = \underline{\underline{650,16[mm]}}$$

Rozdíl osově vzdálenosti vypočtené a skutečné bude řešen napínacím zařízením umístěným v krytu řetězu. Specifikace řetězu: ŘETĚZ 131 ČLÁNKŮ 081 B-1 ČSN 02 3311.2

5.2 Výpočet rámu

Rám čtyřkolky je svařen z ocelových trubek o průměru 35 mm, tloušťky stěny 1,5 mm a 2 mm v místech uložení předních kol a zadních poloos. Kontrola rámu byla provedena pomocí metody konečných prvků za použití softwaru Autodesk Inventor 2008. Určit zatížení na rám nebylo příliš jednoduché, proto jsem přistoupil ke zvýšení statického zatížení, což je předpoklad, že čtyřkolka vydrží také dynamické zatížení. Pro výpočet jsem uvažoval nejhorší možnost, tedy největší osobu a také osobu, která se případně postaví na rám. Tíhy osob jsem navýšil o 50% a z důvodu zanedbání dynamického zatížení jsem zvýšil bezpečnost rámu na $k_D = 3$. Hmotnost čtyřkolky $m = 20$ kg.

Silový rozbor pro vložení modelu do výpočtového softwaru MKP:



Obr. 5.3 Silový rozklad na rám (viz. tab. 5.2, průměr označen velkým písmenem D s indexem)

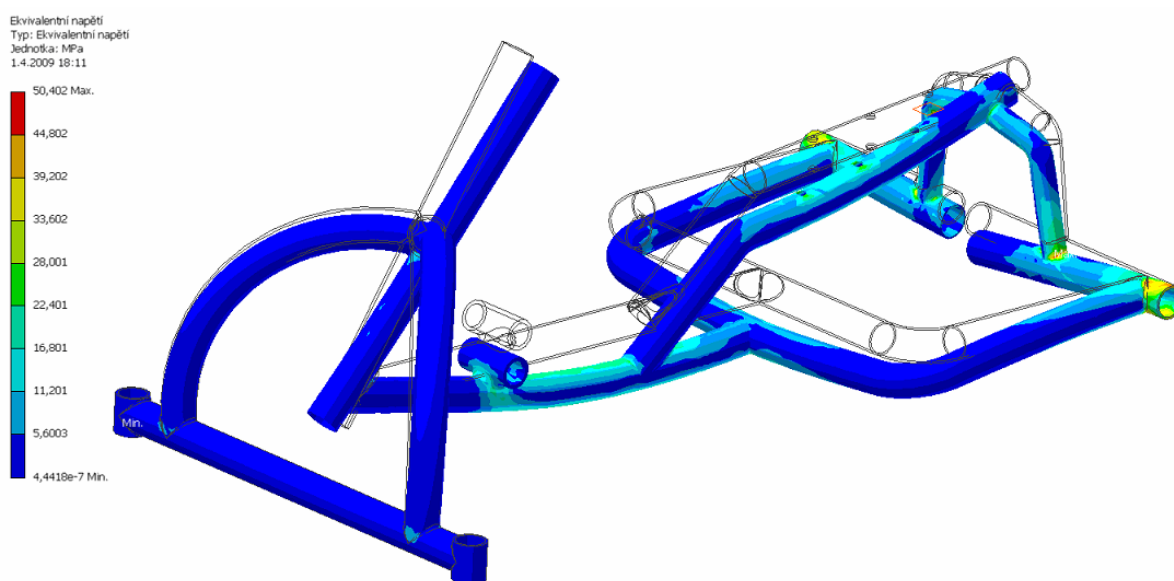
Popis sil na obr. 5.3:

- F_{n1} - Síla od nohy dítěte na kliku $F_{n1} = 260$ [N],
- F_{n2} - Síla působící do sedadla jako reakce od síly působící na kliku $F_{n2} = 260$ [N],
- $F_{ř1}$ - Síla působící do řetězu od kliky $F_{ř1} = 357$ [N],
- $F_{ř2}$ - Síla působící jako reakce proti pohybu řetězu $F_{ř2} = 357$ [N],
- G - Tíha dítěte sedícího v sedle s rezervou $G = 750$ [N],
- P - Tíha dítěte stojícího na rámu za sedadlem s rezervou $P = 750$ [N],
- N_a - Reakční síla působící do zadního kola od země bude brána jako pevná vazba [N],
- N_b - Reakční síla působící od země do předního kola bude brána jako pevná vazba [N],
- F_g - Vlastní tíhová síla čtyřkolky umístěná do těžiště $F_g = 196,2$ [N] ($F_g = m \cdot g$).

Tab. 5.2 Určení poloh sil (dle obr. 5.3)

Kóta	A	B	C	E	Dt ₁	Dt ₂	D ₃	F	H
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[°]
Rozměr	82	96	897	500	85,21	145,71	200	7	11

Po vložení vypočtených a naměřených údajů do výpočetního programu Autodesk Inventor 2008 jsem navolil materiál ocel 11 523.0. Hodnota meze kluzu materiálu 11 523.0 je $R_e = 333 \text{ MPa}$ dle [1]. Zadání sil jsem provedl podle obr. 5.3. Průběh vypočtených maximálních napětí je zobrazen v obr. 5.4. Největší hodnota napětí $\sigma_{\max} = 50,4 \text{ MPa}$. Bezpečnost rámu jsem tedy stanovil ve vztahu 5.13. Průběh deformací obr. 5.5. Maximální deformace dosáhla hodnoty $\varepsilon_{\max} = 0,32 \text{ mm}$ v napojení trubky nesoucí sedadlo a hlavní části rámu.

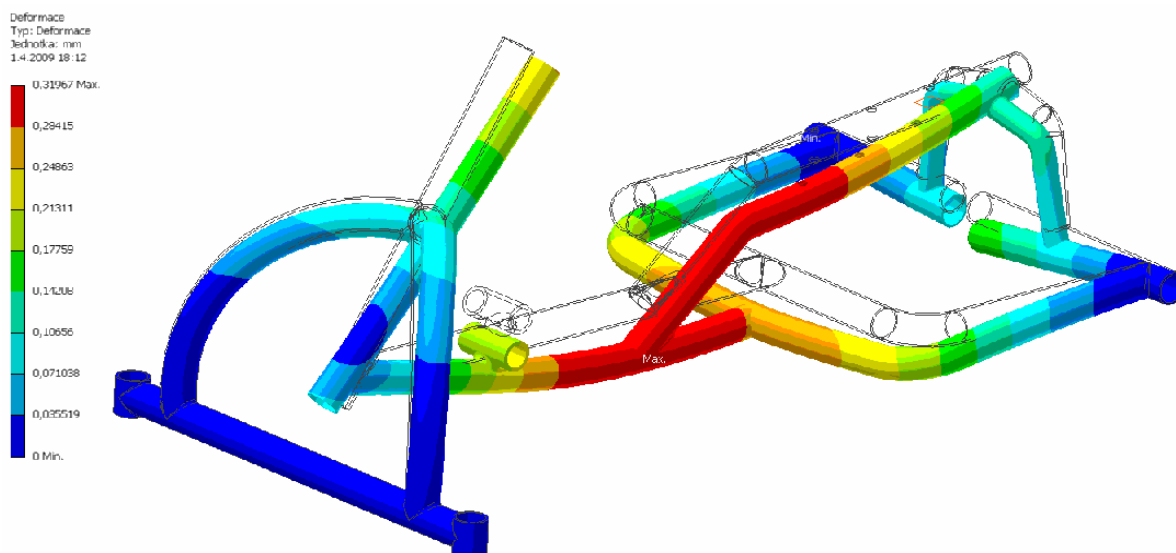


Obr. 5.4 Průběh napětí v rámu

Stanovení bezpečnosti rámu:

$$k \geq k_D \quad (5.13)$$

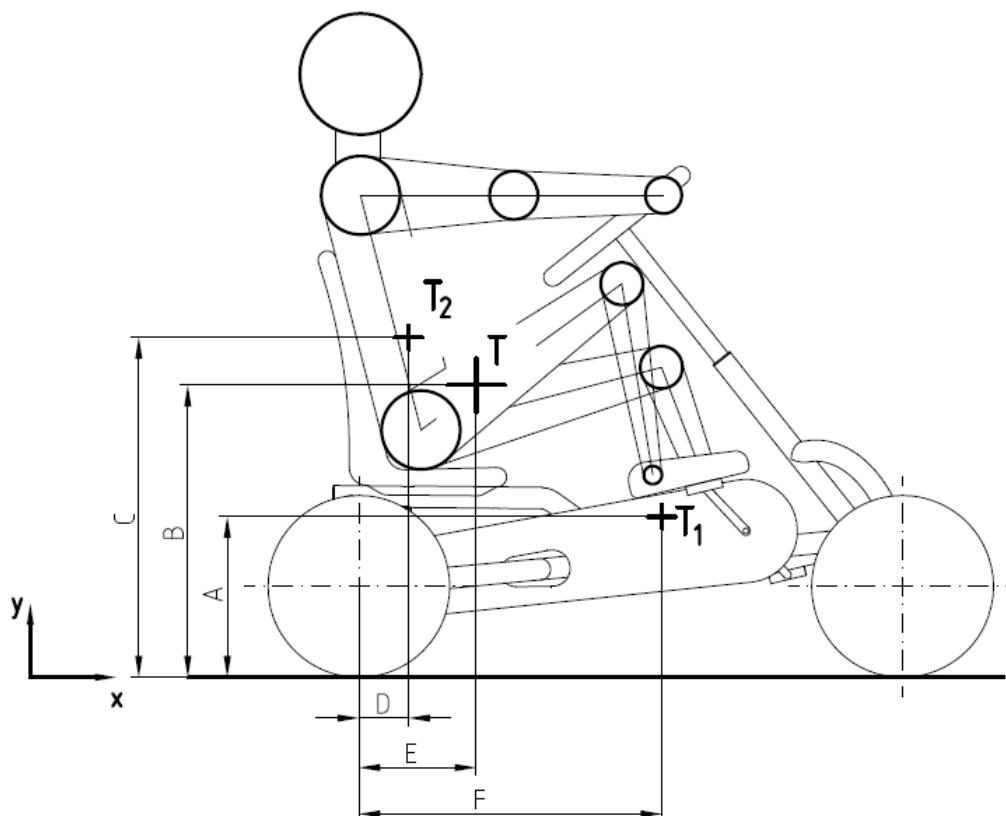
$$k = \frac{R_{e11523.1}}{\sigma_{\max}} = \frac{333}{50,4} = \underline{\underline{6,6 \geq 3[-] \Rightarrow \text{vyhovuje}}}$$



Obr. 5.5 Průběh deformací v rámu (maximální deformace červeně)

5.3 Dynamická kontrola

Pro výpočet dynamiky jsem nejprve stanovil polohu těžiště obr. 5.6. Poloha těžiště a rozměry související s jeho výpočtem jsou shrnuty v tab. 5.3. Pro kontrolu čtyřkolky jsem uvažoval hmotnost osoby $m_{\text{c}} = 55$ kilogramů a váhu čtyřkolky $m = 20$ kg.



Obr. 5.6 Určení polohy těžiště (T_1 -těžiště čtyřkolky, T_2 -těžiště člověka, T -výsledné těžiště)

Tab. 5.3 Hodnoty pro určení výsledné polohy těžiště (dle obr. 5.6)

Kóta	A	B	C	D	E	F	m_{ϵ}	m
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]	[kg]
Rozměr	265	482	562	82	193,5	500	55	20

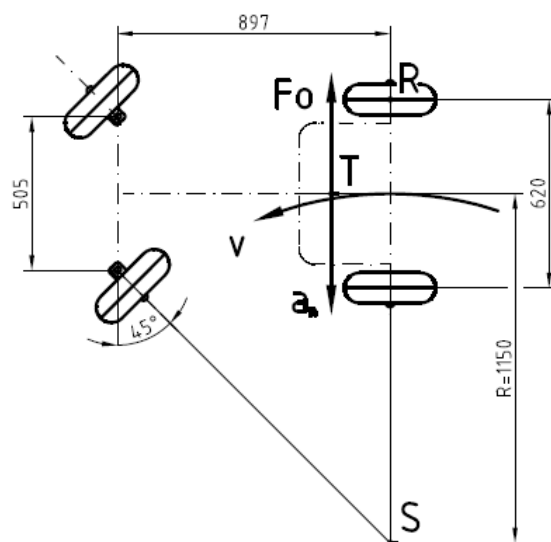
Určení polohy celkového těžiště:

$$E = \frac{\sum m \cdot x}{\sum m} = \frac{m_{\epsilon} \cdot D + m \cdot F}{m_{\epsilon} + m} = \frac{55 \cdot 82 + 20 \cdot 500}{75} = \underline{\underline{193,5 [mm]}} \quad (5.14)$$

$$B = \frac{\sum m \cdot y}{\sum m} = \frac{m_{\epsilon} \cdot C + m \cdot A}{m_{\epsilon} + m} = \frac{55 \cdot 562 + 20 \cdot 265}{75} = \underline{\underline{482 [mm]}} \quad (5.15)$$

5.3.1 Kontrola na převrácení v zatáčce

Čtyřkolku budu kontrolovat na převrácení v zatáčce při rychlosti $v = 15 \text{ km/h}$, kdy bude zatočeno předními koly o maximální možný úhel 45° (obr. 5.7). Při otočení předních kol o 45° čtyřkolka opíše svým těžištěm zatáčku o poloměru $R = 1150 \text{ mm}$.



Obr. 5.7 Průjezd zatáčkou

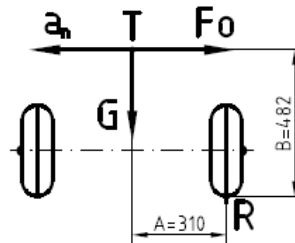
Odstředivá síla

$$F_o = m \cdot a_n = m \cdot \frac{v^2}{R} = \frac{75 \cdot 15}{1,15 \cdot 3,6} = \underline{\underline{271,3[N]}} \quad (5.16)$$

Tíhová síla

$$G = m \cdot g = 75 \cdot 9,81 = \underline{\underline{735,75[N]}} \quad (5.17)$$

Podmínku proti převrácení jsem stanovil pro zadní nápravu, neboť je užší než přední a poloha těžiště je také blíže zadní nápravě (obr. 5.8). Minimální bezpečnost proti překlopení volím $k_D = 1,5$, protože kontroluji při vyšší rychlosti.



Obr. 5.8 Rozložení sil na zadní nápravu při průjezdu zatáčkou

Podmínka proti převrácení kolem bodu R

$$G \cdot A \geq F_o \cdot B$$

$$735,75 \cdot 310 \geq 271,3 \cdot 482 \quad (5.18)$$

$$\underline{\underline{228082,5[Nmm] \geq 130766,6[Nmm]}}$$

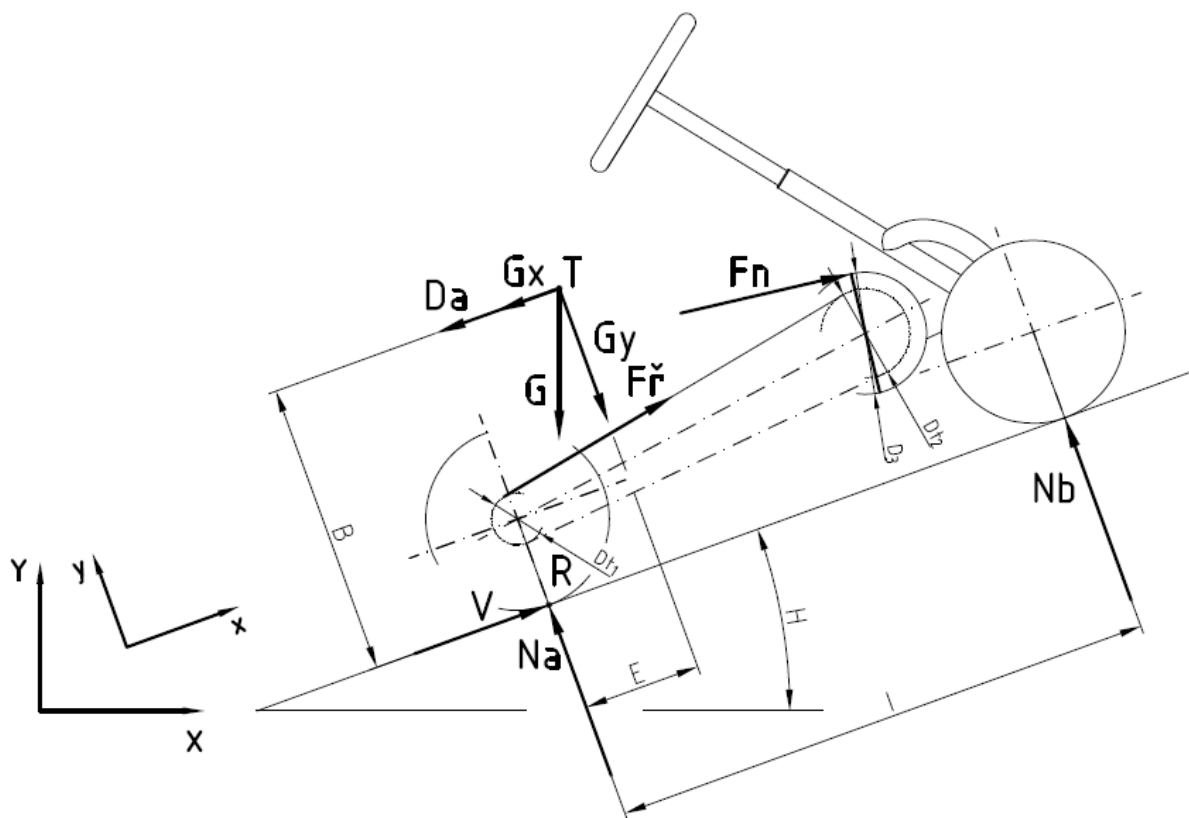
Bezpečnost proti překlopení

$$k \geq k_D \quad (5.19)$$

$$k = \frac{G \cdot A}{F_o \cdot B} = \frac{228082,5}{130766,6} = 1,74 \geq 1,5[-] \Rightarrow \underline{\underline{vyhovuje}}$$

5.3.2 Kontrola na překlpení při jízdě do kopce

Byl zadán úhel stoupání $\alpha = 20^\circ$, při tomto úhlu stanovím sílu, kterou je nutno vyvinout do pedálů, aby došlo ke zvednutí předního kola (obr. 5.9). Pro výpočet budu uvažovat jízdu po suchém betonovém povrchu.



Obr. 5.9 Rozložení sil pro výjezd do kopce (viz. tab. 5.4, průměry označeny velkým písmenem D s indexem)

Popis sil na obr. 5.9:

- D_a - Dallambertova síla působící proti pohybu čtyřkolky [N],
- G - Tíhová síla čtyřkolky při stoupání do kopce [N],
- G_x, G_y - Složky tíhové síly [N],
- $F_{\check{r}}$ - Síla v řetězu při které dojde k překlpení [N],
- F_n - Síla od nohy dítěte potřebná pro překlpení při stoupání do kopce [N],
- V - Hnací síla čtyřkolky [N],
- N_a, N_b - Reakční síly od povrchu na kola [N],
- R - Bod překlpení mezi kolem a povrchem [-].

Tab. 5.4 Rozměry při jízdě do kopce (dle obr. 5.9)

Kóta	B	E	I	Dt ₁	Dt ₂	D ₃	H
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]
Rozměr	482	193.5	897	85,21	145,71	200	20

Základní rozbor:

$$\sum F_x = 0$$

$$-Da - Gx + V = 0 \quad (5.20)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-Gy + Na + Nb = 0 \quad (5.21)$$

$$\sum M_R = 0$$

$$-Gy \cdot E + Gx \cdot B + Da \cdot B - Nb \cdot I = 0 \quad (5.22)$$

Podmínka převržení: $Nb = 0$ [N]

Tíha v rovině x

$$Gx = G \cdot \sin(H)$$

$$Gx = 735,75 \cdot \sin(20)$$

$$Gx = \underline{\underline{251,64[N]}} \quad (5.23)$$

Tíha v rovině y

$$Gy = G \cdot \cos(H)$$

$$Gy = 735,75 \cdot \cos(20)$$

$$Gy = \underline{\underline{691,4[N]}} \quad (5.24)$$

Vztah pro výpočet D'allambertovy síly

$$Da = m \cdot a \text{ [N]} \quad (5.25)$$

Úpravou a dosazením do vztahu 5.22 získám hodnotu zrychlení, při které dojde ke zvednutí předního kola.

$$a = \frac{Gy \cdot E - Gx \cdot B + Nb \cdot I}{m \cdot B}$$

$$a = \frac{691,4 \cdot 193,5 - 251,64 \cdot 482 + 0 \cdot 897}{75 \cdot 482} \quad (5.26)$$

$$a = \underline{\underline{0,345[m/s^2]}}$$

Dosazením do vztahu 5.20 získám hodnotu síly působící od zadního kola na vozovku. Kola čtyřkolky jsou nafukovací s duší a jejich průměr $D_K = 300$ mm.

$$\begin{aligned} V &= m \cdot a + Gx \\ V &= 75 \cdot 0,345 + 251,64 \\ V &= \underline{\underline{277,55[N]}} \end{aligned} \quad (5.27)$$

Výpočet síly v řetězu

$$\begin{aligned} Mk_K &= Mk_1 \\ V \cdot \frac{D_K}{2} &= F\check{r} \cdot \frac{Dt_1}{2} \\ \Rightarrow F\check{r} &= \frac{V \cdot D_K}{Dt_1} = \frac{277,55 \cdot 300}{85,21} = \underline{\underline{977,2[N]}} \end{aligned} \quad (5.28)$$

Výpočet síly od nohy dítěte

$$\begin{aligned} Mk_n &= Mk_2 \\ Fn \cdot \frac{D_3}{2} &= F\check{r} \cdot \frac{Dt_2}{2} \\ \Rightarrow Fn &= \frac{F\check{r} \cdot Dt_2}{D_3} = \frac{977,2 \cdot 145,71}{200} = \underline{\underline{712[N]}} \end{aligned} \quad (5.29)$$

Výpočet bezpečnosti proti překlopení

$$k = \frac{Fn}{Fn_1} = \frac{712}{260} = \underline{\underline{2,73[-]}} \Rightarrow \underline{\underline{vyhovuje}} \quad (5.30)$$

6 ZÁVĚR

Navrhl jsem čtyřkolku s kovovým svařovaným rámem tak, aby vyhovovala veškerým stanoveným podmínkám zadání a také jsme splnil veškeré cíle, jež jsem si stanovil na počátku. Jízdu po travnaté ploše jsem zohlednil použitím širších pneumatik. Případně je možno zaměnit pneumatiky s hladkým vzorkem za pneumatiky s vzorkem terénním. Výpočty jsem zjistil namáhání hlavních částí, ověřil jejich bezpečnost a došel jsem k závěru, že dítě nevyvine tak velkou sílu, kterou je nutno dosáhnout ke zvednutí předního kola a také nebude schopno se samostatně rozjet po silnici o stoupání 20-ti stupňů. Převrácení v zatáčce jsem zamezil hlavně nastavením parametrů pohonu, uložením těžiště a celkovými rozměry. Pro užívání čtyřkolky bych dále doporučil použití bezpečnostních prvků, pro ochranu dítěte. Především by bylo vhodné používat přilbu a pevnou obuv. Při jízdě do kopce není dovoleno stání další osoby na rámu za sedadlem, neboť hrozí nebezpečí překlopení. Tuto informaci bych uvedl do příručky, která bude součástí balení čtyřkolky.



Obr. 5.10 Dětská šlapací čtyřkolka

7 POUŽITÁ LITERATURA

Knihy a příručky:

- [1] LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. Albra - Pedagogické nakladatelství, Úvaly, 2003. ISBN 80-86490-74-2
- [2] KALÁB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části pohonů strojů*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008, 146s. ISBN 978-80 248-1860-3
- [3] KALÁB, K.: *Návrh a výpočet klínového řemene a převodového řetězu – vysokoškolská příručka*. Ostrava 2006
- [4] PRŮVODCE SPOTŘEBITELE: *Bezpečnost výrobků a technické normy*. 2. vyd. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, duben 2006, 70s. ISBN 80-239-6299-X
- [5] ČSN 94 3010 *Dětská šlapací vozidla*. Technické předpisy. Český normalizační institut, Praha, 1986.
- [6] ŠMÍD, M.: *Pokyny pro navrhování strojů a prostředí z hlediska ergonomie*. Technický odbor, Plzeň, 1971.

Literatura pro výkresy:

- [7] ŠVERCL, J.: *Technické kreslení a deskriptivní geometrie*. Scientia – Pedagogické nakladatelství, Praha, 2003. ISBN 80-7183-297-9
- [8] MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: *Výpočty a konstrukce strojních dílů*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008, 72s. ISBN 978-80-248-0878-9

Internet:

- [9] *Historie čtyřkolek* [online]. 2009, 5. 4. 2009 [cit. 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.rentquad.cz/news/historie.php>>.
- [10] DANIELČÁK, D.: *Výhra zakázána aneb proč se vaše kolo za 120 let nezměnilo* [online]. c2004-2009, 24. 3. 2009 [cit. 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.ambike.com/view.php?cislocclanku=2005051703>>.
- [11] <http://www.lehociped.cz/assets/images/1925.jpg>
- [12] http://www.kettler.cz/content/image.php?uid=eshop_products_490ea963eb24c&size=full
- [13] www.atvscene.com/images/atc901970.gif

- [14] <http://www.acczech.cz/obrazek.php?cast=7&i=39>
- [15] <http://www.atv-moto.cz/resize/domain/atv-moto/files/hy420.jpg?w=640&h=480>
- [16] <http://www.topctyrkolky.cz/eshop.php?ID=search&ID2=ce36862165af9f9fdb56d639f&kat=9-0-0-0&ser=0&search=&l=&idz=1154>
- [17] BOLDIŠ, P.: *Bibliografické citace dokumentu podle CSN ISO 690 a CSN ISO 690-2: Část 2 – Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentu*. Verze 3.0 (2004). c1999–2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. URL: <<http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>>.

Použitý software:

Microsoft Office Word 2003

Microsoft Office Powerpoint 2003

Adobe Akrobat 8 Professional

Autodesk Inventor 2008

AutoCAD 2005

8 SEZNAM PŘÍLOH

NÁZEV

OZNAČENÍ

DĚTSKÁ ČTYŘKOLKA

BAL258-00

PRAVÝ NÁBOJ

BAL258-00-03-01

POMĚR HMOTNOSTI A VĚKU DÍVEK

PŘÍLOHA 1

POMĚR VÝŠKY A VĚKU DÍVEK

PŘÍLOHA 2

POMĚR HMOTNOSTI A VĚKU CHLAPCŮ

PŘÍLOHA 3

POMĚR VÝŠKY A VĚKU CHLAPCŮ

PŘÍLOHA 4

Děkuji touto cestou Ing. Tadeáši Szlachтови, Ph.D. za cenné rady a vedení při zpracování bakalářské práce.